Aus dem Hygienischen Institut der Westfälischen
Wilhelms-Universität Münster i. Westf.
Direktor: Prof. Dr. K. W. Jötten

Untersuchungen mit dem neuen Grobdesinfektionsmittel „Zinol"

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der medizinischen Doktorwürde einer
Hohen Medizinischen Fakultät der Westfälischen
Wilhelms-Universität Münster i. Westf.

vorgelegt von

Walter Böhning
aus Eisenach

1938

Druck: Heinrich Buschmann, Münster i. W., Drubbel 17-18

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster (Westf.)

Tag der mündlichen Prüfung: 12. Mai 1938

Dekan: Prof. Dr. Heiderich
Berichterstatter: Dozent Dr. Reploh
und Prof. Dr. Jötten

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Eine rationelle Prophylaxe der Seuchen und Infektionskrankheiten überhaupt ist erst möglich geworden, seitdem durch die ätiologische Erforschung ihre Ursache und Verbreitungsweise wissenschaftlich begründet und aufgeklärt worden ist.

Seit R. Koch liegt der Weg einer Infektionskrankheit zur Endemie, Epidemie und Pandemie klar vor uns: zu jeder Infektionskrankheit gehört in erster Linie ein spezifischer Erreger, der von einer Infektionsquelle unter bestimmten Bedingungen der Virulenz und der Keimmenge geliefert werden muß, der auf einem gangbaren Infektionsweg von dem Orte seiner Produktion zum empfänglichen Organismus gelangt und dort, an der Eintrittspforte, unter bestimmten Bedingungen in die Gewebe des Organismus eindringt.

Aufgabe der Prophylaxe ist es nun, ganz allgemein gesprochen, diese Ursachenverkettung an irgendeiner Stelle zu unterbrechen (Gotschlich). In diesem Sinne arbeiten Arzt und Gesetzgeber, Stadt und Land, die Länder und Nationen untereinander eng zusammen, bestehen Organisationen und Einrichtungen, Gesetze und internationale Abkommen, die alle aus der Erkenntnis heraus entstanden sind, daß zur Abwehr und Bekämpfung von Seuchen Maßregeln zur Anwendung kommen müssen, die von einheitlichen Gesichtspunkten geleitet werden.

Wo auch immer der Hebel angesetzt wird, an der Infektionsquelle, auf dem Infektionswege oder an der Eintrittspforte, immer wird das wirksamste Ziel erstrebt werden: Unschädlichmachung der lebenden pathogenen Mikroorganismen. Die Desinfektionslehre legt hierzu die wissenschaftliche Grundlage und zeigt für die Praxis die erforderlichen Mittel und Wege.

Die Mikrobiologie, das Wissen vom Verhalten der einzellebenden Zellen gegenüber physikalischen und chemischen Eigenschaften ist für die verschiedenen Desinfektionsverfahren von entscheidender Bedeutung, da sie auf dieser Grundlage aufgebaut wurden. Als sicherstes und entscheidendes Merkmal des vorhandenen Lebens von Bakterien gilt der Vorgang der Vermehrung, des Kulturwachstums, der dadurch nachgewiesen wird, daß das zu untersuchende Material in Nährböden von optimaler Zusammensetzung eingesät wird und bei

sonstigen optimalen Lebensbedingungen (Temperatur, Licht, mechanischen, chemischen und physikalischen Bedingungen) beobachtet wird.

So hat sich gezeigt, daß bei Veränderungen der Salz- und Nährmittelkonzentration die dadurch bedingte Veränderung der osmotischen Druckverhältnisse zum Tod der Bakterien führen kann. Ficker zeigte, daß Suspensionen von Choleravibrionen in destilliertem Wasser bei mäßig reichlicher Aussaat schon in 1—5 Stunden keimfrei waren. Er ist geneigt, sowohl der rapiden Drucksteigerung, die bei dem Uebertragen aus dem salzhaltigen in ein völlig salzfreies Medium erfolgt, eine entscheidende Rolle zuzuerkennen, zieht aber auch den Hungertod infolge des völligen Ausschlusses von Nährstoffen mit in Betracht.

Der Feuchtigkeitsgehalt des Umweltmilieus spielt für die verschiedenen Bakterienarten eine verschiedene Rolle. Teilweise gehen sie beim Entzug von Flüssigkeit, also beim Trocknen, sehr bald zu Grunde (Gonokokken, Choleravibrionen), teilweise erweisen sie sich dagegen besonders widerstandsfähig (Tuberkelbazillen, pyogene Staphylokokken). Die Trockenresistenz ist abhängig von der Bildung einer Oberflächenkruste, die den Wasserverlust aus den tieferen Schichten verlangsamt, und die Bildung dieser wieder ist abhängig von der Flüssigkeit oder dem Medium, in dem die Bakterien vorher suspendiert waren.

Die Wirkung des Sonnenlichtes auf die Bakterien ist nach Wiesner eine direkte Schädigung des Protoplasmas im Sinne einer photochemischen Wirkung, wobei nach Doerr und Moldovan spezifische Eiweißkörper nativer Sera durch Bestrahlung mit ultraviolettem Licht denaturiert wird. Jedoch ist die bakterizide Wirkung sehr abhängig von der Lage des Ortes, der Tageszeit, der Witterung und der schwankenden Intensität des Sonnenlichtes und der Absorptionswirkung der Umwelt eines Bakteriums unterworfen. Es spielt also das Sonnenlicht eine zwar wesentliche Rolle bei dem Absterben der pathogenen, in der Außenwelt verstreuten Keime, aber zu einem verläßlichen Desinfektionsverfahren ist es nicht geeignet, da eben Intensität, Tiefenwirkung und Absorption schwankende Faktoren darstellen. Demgegenüber werden jetzt schon häufiger die ultravioletten Strahlen künstlicher Lichtquellen, insbesondere die der lichtstarken Metalldampflampen, praktisch ausgenützt, z. B. bei der Sterilisation des Wassers, wobei allerdings Keimdichte und Schichtdicke wichtige Faktoren für den Erfolg darstellen.

Die Unwirksamkeit der Röntgenstrahlen gegenüber Bakterien wurde durch experimentelle Arbeiten von Russ (Archiv f. Hyg. 1906, Bd. 56) unter Beweis gestellt. Auch ist die Unwirksamkeit der elektrischen Ströme an sich von Thiele und Wolf, Lehmann und Zierler durch exakte Versuche bewiesen worden. Eine sekundäre Bakterizidie hingegen ist möglich durch elektrolytische Zer-

setzungsprodukte beim Fließen eines Stromes durch salzhaltige Flüssigkeiten und Gallerten oder durch Umwandlung der elektrischen Energie in Wärme.

Auch die Frage des Außendruckes auf die Lebensfähigkeit der Bakterien wurde experimentell untersucht, mit dem Ergebnis, daß Drucke von 100 bis 500 Atmosphären während der Dauer von 10 bis 20 Stunden noch keine nennenswerten Aenderungen in der Virulenz brachten (Krause), daß dagegen Drucke von 2000 bis 3000 Atmosphären bei stundenlanger Druckeinwirkung bakterienschädigende Wirkungen ausüben (Chlopin und Tammann). Versuche über mechanische Erschütterung wurden ebenfalls von mehreren Autoren vorgenommen, ohne daß übereinstimmende und vor allem für eine praktische Desinfektion verwendbare Resultate zu verzeichnen wären.

Dagegen übt die Temperatur auf die Lebenstätigkeit und Lebensdauer der Mikroorganismen einen wesentlichen Einfluß aus. Gegenüber der Kälte haben die Bakterien im wesentlichen eine erstaunliche, hohe Resistenz, wobei natürlich die verschiedenen Arten sich nicht gleichartig verhalten. Ganz anders aber gestalten sich die Verhältnisse beim Einwirken höherer Temperatur. Durch Temperaturerhöhung wird der Ablauf der Reaktionen beschleunigt, wird eine Zustandsänderung herbeigeführt. Denn schon bei einer Erwärmung auf 50 bis 60 Grad C werden gelöste Eiweiß-Stoffe koaguliert, Fermente inaktiviert. Bei gequollenem Eiweiß treten diese Aenderungen bei um so höherer Temperatur ein, je geringer der Wassergehalt ist, so daß also „trockene" Bakterien bei Einwirkung trockener Hitze gegen Temperaturen ziemlich lange Zeit resistent bleiben, während „feuchte" Keime bei gleicher Temperatur in einem Bruchteil einer Minute abgetötet werden. Die Eiweißgerinnung besteht in einer Entquellung der Kolloidteilchen, die sich durch Trübung oder durch grob sichtbare Ausfällung kenntlich macht (Hailer).

Besonders wirksam hat sich der strömende Wasserdampf, und als noch besser der gespannte Dampf erwiesen, durch den vegetative Bakterienformen sehr schnell abgetötet werden, aber auch die Sporen in angemessener Zeit vernichtet werden. Als Ursache der keimtötenden Wirkung des Wasserdampfes nimmt Hailer das Zusammenwirken der quellenden und koagulierenden Kraft des hykroskopischen Wassers von 100 Grad C an. Die Sporen werden durch den Wasserdampf auf 100 Grad C erwärmt, die Sporenmembran und das Protoplasma quellen durch das heiße Wasser, das nun gequollene, wasserhaltige Eiweiß kommt dann zur Koagulation.

Von ganz besonderer Bedeutung aber ist der Einfluß chemischer Substanzen auf die Bakterien. Die Wirkungsursache besteht nach Hailer in einer Wechselwirkung des gelösten chemischen Stoffes mit den Bestandteilen der Zelle, und zwar einmal in rein chemischer Hinsicht mit den Eiweißkörpern, Lipoiden und Salzen und zum an-

deren in physikalischer Hinsicht mit einem Gemisch von Kolloiden im Sol-, Gel- und Gallertzustand. Das heißt also, daß Adsorption und Aufnahme der Desinfizientien infolge von Lipoidlöslichkeit oder Oberflächenaktivität die Vorbedingungen schaffen für die Wirkung derselben an und in den Zellen. Die Wirkung wiederum besteht dann je nach dem betreffenden Mittel in Quellung und Entquellung von Gelen und Gallerten, in Flockung von Eiweißen und Lipoiden, in der Aenderung der Permeabilität der Zellen und in der Beeinflussung des Ablaufs von chemischen und fermentativen Reaktionen in ihnen.

So erfolgt nach Hailer bei Sublimat die erste Bindung an die Zelle durch Adsorption, dann erfolgt durch das Eiweiß- und Lipoidlösungsvermögen des $HgCl_2$ das Eindringen des Giftes in das Zellinnere. Gegenbauer hält die bei der Bindung des $HgCl_2$ an Eiweiß freiwerdende HCl für das eigentlich wirksame Mittel bei der Abtötung der Zelle, Hailer läßt es aber offen, ob nicht die Verfestigung der Bindung zwischen Eiweiß und Hg selbst in zunehmendem Maße die lebenswichtigen Protoplasmabestandteile in einen zur Aufrechterhaltung ihrer Aufgaben unfähigen Zustand überführt und so den Zelltod herbeiführt. Aufgehoben werden kann dieser Vorgang durch geeignete Behandlung mit Sulfid oder Schwefelwasserstoff, da hierbei das Quecksilber als Salz dieser Substanzen ausgefällt wird und somit der betreffende Bakterienleib wieder entgiftet wird. Das besagt also, daß die Sublimatwirkung reversibel ist! — Eiweiß vermag infolge seines eigenen Bindungs- und Lösungsvermögens den Zellen das Gift zum Teil wieder zu entziehen, indem das locker gebundene oder gelöste Hg sich auf das die Zelle umgebende Eiweiß mit verteilt, und umso mehr wieder aus den Zellen herauswandert, mit je mehr Eiweiß es von Anfang an oder durch den Wechsel der Umgebung in Berührung kommt (Hailer). Somit ist also beim Ueberschuß von Eiweiß ebenfalls eine Entgiftung möglich. Die Folgerung daraus ist, daß, wenn die Keime nach Behandlung mit Sublimat Gelegenheit haben, mit Schwefelwasserstoff, Sulfiden oder einem Ueberschuß von Eiweiß zusammenkommen, dann die Möglichkeit ihrer Entgiftung und somit einer Infektion besteht (Hailer).

Die bakterizide Wirkung der Karbolsäure und ihrer Derivate beruht ganz allgemein auf ihrer Löslichkeit in Lipoiden und Eiweißstoffen und ihrem Eiweißfällungsvermögen, und zwar wächst die bakterizide Kraft außerordentlich stark mit steigendem Molekulargewicht. Es beruht der Vorgang auf irreversibler Eiweißausflockung, nachdem durch den lipoidlöslichen Faktor die Plasmahaut der Zelle in ihrer Permeabilitätsfunktion stark geschädigt worden ist. Ein Zusatz von Seifen erhöht die Desinfektionskraft der Phenole durch deren Waschwirkung (Benetzungsvermögen, Adsorbierbarkeit und Adsorptionsvermögen, Quellwirkung) und eine gewisse Desinfektionswirkung. Letztere kommt bei längerer Einwirkung in beschränktem Maße zustande und wird von Bering auf den freien Alkaligehalt

zurückgeführt, von Reichenbach auf ein Zusammenwirken von Alkali und fettsauren Salzen (Hailer).

Chlorkalk, der das Salz der Salzsäure und unterchlorigen Säure darstellt, wirkt durch seine oxydierende Eigenschaft, insbesondere durch seinen Gehalt an wirksamen Chlor. Die keimtötende Kraft der Halogene wiederum beruht auf ihrer großen Reaktionsfähigkeit gegenüber organischen und anorganischen Verbindungen, die auf Oxydationen und Substitutionen (besonders von H-Atomen) zurückzuführen ist. Durch ihre Einwirkung auf die Bakterienleibsubstanz kommt es also zu chemischen Verbindungen, durch die das Protoplasma in seiner Zusammensetzung stark verändert wird und die Fähigkeit verliert, Träger der Lebensfunktion zu sein. — Die Kalkmilch, die aus dem Calciumhydroxyd gewonnen wird, gehört also zu den Basen, deren chemische Wirkung auf das Protoplasma ähnlich der der Säuren vor sich geht. Maßgebend ist der Grad der elektrolytischen Dissoziation, die Abtötung der Bakterien erfolgt durch die Hydrolyse des Eiweiß, Bildung von halbkolloiden und kristallinischen Verbindungen, Verseifung von Fetten und Spaltung von Kohlehydraten (Hailer).

Die Wirkung des Formaldehyds beruht auf der Bindungsfähigkeit der Eiweiße für diese Substanz, die zugleich aber auch in Lipoiden löslich ist. Wahrscheinlich kommt also in erster Linie eine chemische Bindung durch die eiweißartigen Zellbestandteile in Frage. Nach einer allerdings verhältnismäßig kurzen Zeit nach der Formaldehydwirkung auf das Bakterium erweist sich der Vorgang durch Sulfiteinwirkung als reversibel, die Keime werden also entgiftet und wieder entwicklungsfähig, nach längerer Formaldehydeinwirkung ist dies allerdings nicht mehr möglich (Hailer).

Bei der Erklärung der desinfizierenden Wirkung des Alkohols spielt das Wasserentziehungsvermögen eine wichtige Rolle, das gepaart ist mit der Fällungswirkung gegenüber Eiweiß. Beide Eigenschaften sind abhängig von der Konzentration des Alkohols einerseits und von dem Feuchtigkeitsgehalt der anzugreifenden Substanz andrerseits. Trockene Bakterien werden von absolutem Alkohol gar nicht, von verdünntem viel schwieriger abgetötet als feuchte.

Diese Ergebnisse der Forschung der Mikrobiologie, die natürlich im Rahmen dieser Arbeit nur unvollkommen und oberflächlich dargelegt werden konnten, führten zu den heute gebräuchlichsten Desinfektionsverfahren, die wir in physikalische und chemische unterteilen.

Das erstere beschränkt sich fast ausschließlich auf die Anwendung von thermischen Einwirkungen, also trockene und feuchte Hitze (Auskochen, strömender und gespannter Dampf), während Sonnenlicht und andere Strahlen, Elektrizität und Druckeinwirkungen in der Praxis kaum Verwendung finden.

Dagegen hat das chemische Desinfektionsverfahren zahllose Anwendungsgebiete gefunden: laufende und Schlußdesinfektion, Sputum-, Stuhl- und Urin-Desinfektion, Händedesinfektion usw. werden fast ausschließlich mit diesem Verfahren ausgeführt, bei dem sämtliche möglichen Aggregatzustände der chemischen Substanzen Verwendung finden.

Ein ideales Desinfektionsmittel zu finden, das die berechtigten Forderungen von Klinik und Praxis erfüllt, ist das Bestreben unserer Industrie und Wissenschaft. Es werden heute folgende Eigenschaften von einem Desinfektionsmittel verlangt: (Hailer, Kemner, Hüer u. a.)

1. möglichst sichere und rasche Wirksamkeit bei möglichst geringer Konzentration, d. h. hohe Desinfektionskraft,
2. leichte Anwendbarkeit und Beschaffbarkeit,
3. geringe Giftigkeit und Gefährlichkeit für den Anwendenden oder die zu Behandelnden oder die mit den behandelten Gegenständen in Berührung Kommenden, d. h. Schädlichkeit,
4. möglichst geringe Schädigung der zu behandelnden Gegenstände,
5. in der Zusammensetzung konstant und haltbar,
6. reinigende Wirkung,
7. angenehmer Geruch oder besser Geruchlosigkeit, Farblosigkeit,
8. Wirtschaftlichkeit, d. h. möglichst billig im Verbrauch.

Bei der Prüfung der zur Verfügung stehenden Desinfektionsmittel werden wir bei allen eine ganze Anzahl der angeführten Eigenschaften finden, ja manche werden in dem einen oder anderen Punkt gar nicht zu übertreffen sein; ebenso aber besitzen sie alle irgendeine mehr oder weniger nachteilige Eigenschaft, die eine unbeschränkte Verwendbarkeit beeinträchtigt und die es nicht mehr erlaubt, das betreffende Mittel als „ideal" hinzustellen.

Nur bei einigen der bekanntesten Mittel, die zudem noch auf Grund von Mangel an Besserem ausgedehnte Verwendung finden, seien die ihnen anhaftenden Nachteile herangezogen:

Die quecksilberenthaltenden Desinfektionsmittel führen bei längerem Gebrauch nicht selten zur Entstehung von ekzemartigen Hautaffektionen und die Intoxikationsgefahr ist nicht von der Hand zu weisen. Außerdem wurde die Unwirksamkeit bei Eiweißüberschuß und die Reversibilität bei Vorhandensein von Sulfiten oder Schwefelwasserstoff bereits angeführt, Bedingungen, wie sie Eiter, Blut, Sputum, Fäkalien usw. bieten, wo also die Desinfektion mit Sublimat einigen nicht unerheblichen Bedenken unterliegt, wenn sie nicht sogar besser als kontraindiziert angesehen wird.

Eine wichtige Rolle spielen in der Desinfektionspraxis die zahlreichen Präparate und Derivate der Karbolsäure, die zwar insbesondere durch Seifenzusatz — wodurch gleichzeitig die erwünschte reinigende Wirkung erzielt wird — eine gute keimtötende Wirkung

aufweisen, aber ebenfalls bei längerem Gebrauch nicht selten zu Hautschädigungen, Ekzemen, ja sogar zu Gangrän führen (Kau). Alle Phenole wirken außerdem auf das Zentralnervensystem, indem sie schlagartige, über den ganzen Körper verbreitete Muskelzuckungen hervorrufen können, denen Kollaps und schneller Temperaturabfall folgen kann (Hailer). Fast ausnahmslos haftet aber den phenolischen Präparaten ein durchdringender, nachhaltiger und unangenehmer Geruch an, der die großen Vorteile am stärksten herabmindert und seine Verdrängung oder Ersetzung durch bessere Substanzen erwünschen läßt.

Kalk, Kalkmilch, Chlorkalk, Chlorkalkmilch und Chloramin zersetzen sich an Luft sehr leicht, werden dadurch unwirksam, müssen daher in gut verschlossenen Gefäßen aufbewahrt werden und haben auch da keine lange Haltbarkeit. Die Zubereitung der Lösung ist mit Ausnahme der des Chloramins ziemlich umständlich, das Anwendungsgebiet stark eingeschränkt, tunlichst werden sie nur zur Desinfektion von Fußböden und Wänden, Stuhlentleerungen, Urin, Erbrochenem, Wasch- und Badewässern, Abortgruben, Kanälen und Sputum a. ä. verwendet. Zudem ist es häufig schwierig, frischgebrannten oder frischgelöschten Kalk, der zur Kalkmilch erforderlich ist, zu beschaffen. Der Chlorkalk hat den stechenden und unangenehmen, die Schleimhäute reizenden Geruch des Chlors, schädigt Leder, Leinwand, Kleider, Metalle usw. Auch bei dieser Reihe Desinfektionsmittel also finden wir genügend Nachteile (Greimer-Michael).

Formaldehyd und Formalin haben stechenden Geruch und reizen die Schleimhäute. Das Gas wirkt zudem nur oberflächlich, es hat keine oder nur eine geringe Tiefenwirkung, daher ist bei der Raumdesinfektion ein ziemlicher Aufwand erforderlich. Formalin wiederum muß vor Licht geschützt werden, da es sich sonst zersetzt und nicht mehr wirksam ist; außerdem führt es zur Härtung der Haut.

„Der Alkohol muß schleunigst und endgültig aus der Desinfektion und der Behandlung der Instrumente verschwinden", fordert Habs im Zusammenhang der Aufklärung einer Gasbrandinfektion, die tödlich verlief und durch in Alkohol aufbewahrte Instrumente hervorgerufen wurde. Auch Wanke klärte eine tödlich verlaufene Gasbrandinfektion im Jahre 1926 dahin auf, daß er Gasbrandsporen nachwies, die an in Alkohol aufbewahrten Kanülen hafteten. Schon seit Koch ist bekannt, daß Alkohol wohl vegetative Bakterienformen abtötet, nicht aber deren Dauerformen, die Sporen. Heim berichtet, daß er Milzbrandsporen noch nach 20jähriger Aufbewahrung in Alkohol entwicklungsfähig und infektionstüchtig fand. Alkohol ist somit nicht ein Desinfektionsmittel gegenüber Bakteriensporen, sondern ein Konservierungsmittel. Habs Forderung ist somit durchaus berechtigt und die Unzulänglichkeit des Alkohols, der außerdem im Verbrauch sich sehr teuer stellt, in der Desinfektionspraxis hin-

reichend bewiesen. Dies möge genügen, um die Forderung und das dauernde Suchen und Forschen nach neuen, besseren Desinfektionsmitteln ohne die angeführten Mängel zu rechtfertigen.

Seit einigen Jahren ist ein Desinfizienz der I.G.-Farbenindustrie im Handel, das auf Grund der Arbeiten von Schulemann, von Taub, Leuchs und Hahl in Zusammenarbeit mit den bakteriologischen Laboratorien der I.G.-Farben in Elberfeld entwickelt wurde und als „Zephirol" sich bereits einen allgemein bekannten Namen gemacht hat und sich großer Beliebtheit erfreut. In der Zusammenfassung seiner Arbeit über: „Eine neue Klasse von Desinfektionsmitteln" sagt Domagk: „Zephirol stellt also ein Desinfektionsmittel aus einer neuen Klasse chemischer Verbindungen dar. Zephirol ist die wässerige Lösung hochmolekularer Alkyl-dimethyl-benzyl-ammoniumchloride. Neben hoher Desinfektionswirkung zeichnet es sich durch gute Benetzungsfähigkeit, Reinigungswirkung, Farblosigkeit, Geruchlosigkeit, klare Wasserlöslichkeit sowie gute lokale und allgemeine Verträglichkeit aus. Seine Wirkung wird auch durch eiweißhaltige Medien weniger reduziert als die der meisten bisher bekannten und verwendeten Desinfektionsmittel." Jötten und seine Schüler, insbesondere Bisping und Hartmann, stellten in zahlreichen Versuchen die hochwirksame Desinfektionskraft des Zephirols unter Beweis und fanden u. a., daß bei einer Konzentration von 1 : 200 die Hände schon nach einer Minute keimfrei waren, daß bei Handschuhversuchen die fünf Minuten lang der Zephirolwirkung in der Konzentration 1 : 100, 1 : 200, 1 : 250 ausgesetzt waren, die Hände und der Handschuhsaft auch nach einstündigem Handschuhtragen keimfrei geblieben waren, während bei Vergleichsversuchen mit Alkohol und Sublimat schon nach einer halben Stunde vereinzeltes, nach einer Stunde dagegen regelmäßiges Keimwachstum auftrat! In Suspensionsversuchen wurde bei Konzentrationen von 1 : 5000 bei Bakterium Coli, bei 1 : 20 000 bei hämolytischen Staphylokokken kein Wachstum mehr festgestellt. Auch Wetzel kommt nach Händedesinfektionsversuchen mit dem Paul-Sarwey'schen sterilen Kasten und Keimzählungsversuchen im Zuge von Operationen zu der Feststellung, daß das Zephirol eine dem 60 % Alkohol überlegene, ausgezeichnete Desinfektionswirkung hat.

Wenn nun die I.G. wieder ein neues Desinfektionsmittel auf den Markt gebracht hat, so hat das seinen Grund in der berechtigten Forderung nach Wirtschaftlichkeit, also Billigkeit. Denn Zephirol ist noch ziemlich teuer auf Grund seines umfangreichen und komplizierten Herstellungsverfahrens. Das „Zinol" nun, das neueste Präparat der I.G. auf dem Desinfektionsmittelmarkt, ist eine dem Zephirol in seiner chemischen Zusammensetzung sehr ähnliche Substanz, das auf Grund seines Herstellungsverfahrens wesentlich billiger ist und ebenfalls eine sehr gute Desinfektionskraft besitzt.

Die Herstellerfirma bezeichnet das Präparat als besonders geeignet zur Grobdesinfektion, deren Zweck und Ziel ist Abtötung der an Wänden, Fußböden, Stühlen usw. anhaftenden pathogenen Keime, des mit einem Infektionskranken belegten Zimmers sowie der Klosett- und Toilettenanlagen, Badeeinrichtungen, Krankentransportwagen usw. Es werden hierbei solche Präparate vorgezogen, die Fette und Schmutz auflösen und dadurch die darin enthaltenen Keime dem Desinfizienz aufschließen und zugänglich machen. Bisher standen hierzu nur die Karbolsäurepräparate, insbesondere die Kresolseifenlösung, zur Verfügung. Der durchdringende und unangenehme Geruch dieser Substanzen aber dürfte insbesondere bei Laien, die sich über die Tragweite ihres Handelns nicht im Klaren sind, oft Anlaß zur Außerachtlassung oder Vernachlässigung der angeordneten Desinfektionsmaßnahmen führen. — Diese Erkenntnis einmal der Unzulänglichkeit der bisher vorhandenen Mittel auf diesem Gebiet, dann die Berücksichtigung der dadurch möglichen Folgen der Nichtausführung einer Desinfektion, waren die Ursache und der Anlaß für die Firma, nach einem besseren Mittel zu fahnden, das — wie das Zephirol auf seinem Gebiet alles andere vorhandene überbietet — in der Grobdesinfektion endlich den gestellten Anforderungen gerecht wird.

„Z i n o l" in seinem Verhalten in der Desinfektionspraxis zu prüfen, bezogen auf die bereits angeführten und zu fordernden acht Eigenschaften, unter besonderer Berücksichtigung seiner Eignung zur Grobdesinfektion, war die Aufgabe dieser Arbeit.

1. Prüfung der Desinfektionskraft.

Die erste und wichtigste Forderung an ein gutes Desinfizienz, nämlich die möglichst sichere und rasche Wirksamkeit bei möglichst geringer Konzentration, hat, bezüglich ihrer Prüfung eine feste Methodik angenommen. An Hand eines bekannten Desinfektionsmittels als Vergleichsobjekt wird die Einwirkung auf Suspensionen von Bakterien (Suspensionsmethode) oder auf der Oberfläche von Stoffen (Leinen, Mull, Granaten) angetrockneten Bakterien (Keimträgermethode) geprüft.

Die Technik der Suspensionsmethode ist kurz folgende: unter Verwendung von sterilen Pipetten und Reagenzgläsern und destilliertem Wasser werden in Reagenzgläsern je 10 ccm der verschiedenen erforderlichen Verdünnungslösungen von Zinol und Zephirol, das als Vergleichsobjekt gewählt wurde, hergestellt. Sodann werden von frischen, 24stündigen Plattenkulturen 5 Platinnormalösen in 1 ccm physiologischer Kochsalzlösung suspendiert und von dieser Aufschwemmung je 1 Tropfen mit der sterilen Tropfpipette in die verschiedenen Lösungen gebracht und dort gut durchgeschüttelt. Von der jetzt also keimhaltigen Lösung werden in den aus den Tabellen ersichtlichen Zeitabständen je 2 Oesen auf sterile Bouillonröhrchen überimpft und diese über 48 Stunden bei 37 Grad C bebrütet. Trü-

bung nach dieser Zeit zeigt dann Wachstum, also unzulängliche Desinfektionswirkung an, dagegen bedeutet klare Bouillon, daß keine wachstumsfähigen Keime am Zeitpunkt der Ueberimpfung mehr vorhanden waren. Bei Trübung und in Zweifelsfällen müssen natürlich Nachkulturen bezw. mikroskopische Untersuchungen das Vorhandensein bezw. die Art der Keime feststellen.

Die Wahl des Zephirols zum Vergleichsobjekt wurde deshalb getroffen, weil es heute allgemein anerkannt eines der besten Desinfektionsmittel darstellt.

Die in den Tabellen aufgeführten Resultate sind selbstverständlich nicht die eines Versuches allein, sondern die Ergebnisse wurden in mehreren Versuchen kontrolliert und besonderer Wert dabei auf die Feststellung der gerade noch wirksamen Konzentration, also auf die Schwellenwerte gelegt. Ebenso wurde die Sterilität der verwendeten Bouillon und Reagenzgläser, der sonstigen Flüssigkeiten und Instrumente geprüft und die Virulenz der benutzten Bakterienkulturen beobachtet, um die notwendige Exaktheit für solche Versuche zu gewährleisten.

Wenn trotz aller Exaktheit die verschiedenen Autoren verschiedene Resultate erhalten, so liegt das in vielen Punkten der experimentellen Bakteriologie begründet: Zusammensetzung des Nährbodens der Kultur und Nachkultur, Größe und Anzahl der gebrauchten Platinösen, Menge der Desinfektionsflüssigkeit und der Bouillon usw. Nur so ist es zu erklären, durch die verschiedene Versuchsanordnung also, daß gegenüber Bakterium Coli im Suspensionsversuch die Wirksamkeit des Zephirols z. B. von Bisping bei einer Konzentration von 1 : 5000 nach 1½ Minuten Einwirkungszeit, von Domagk bei einer Konzentration von 1 : 250 nach 2½ Minuten, von Hornung bei einer Konzentration von 1 : 2000 nach 2½ Minuten und von Hartmann bei einer Konzentration von 1 : 10 000 nach 2 Minuten angegeben wird.

Tabelle 1:

Versuche mit Bakterium Coli. Suspensionsmethode.

Zinol:

Konzentrationen:	1	2	3	4	5	10	15	Minuten
1 : 100	—	—	—	—	—	—	—	
1 : 200	—	—	—	—	—	—	—	
1 : 300	—	—	—	—	—	—	—	
1 : 400	—	—	—	—	—	—	—	
1 : 500	+	—	—	—	—	—	—	
1 : 750	+	+	+	—	—	—	—	
1 : 1000	+	+	+	+	+	+	+	
1 : 2000	+	+	+	+	+	+	+	
1 : 3000	+	+	+	+	+	+	+	

Zephirol:

Konzentrationen:	1	2	3	4	5	10	15	Minuten
1 : 500	—	—	—	—	—	—	—	
1 : 750	—	—	—	—	—	—	—	
1 : 1000	—	—	—	—	—	—	—	
1 : 2000	+	+	—	—	—	—	—	
1 : 3000	+	+	+	+	+	—	—	
1 : 4000	+	+	+	+	+	+	—	
1 : 5000	+	+	+	+	+	+	+	

Aus der Tabelle 1 ist ersichtlich, daß bei meinen Versuchen nach der Suspensionsmethode mit Bakterium Coli das Zephirol bei einer Konzentration von 1 : 1000 noch kein Wachstum aufkommen ließ, bei der Verdünnung von 1 : 2000 in den ersten beiden Minuten noch nicht ausreichend wirksam ist, in der Verdünnung 1 : 3000 erst nach zehn Minuten Einwirkungszeit und bei 1 : 4000 erst nach 15 Minuten völlig abtötet. Demgegenüber liegt die wirksame Konzentration von Zinol viel höher: 1 : 1000 zeigte auch nach 15 Minuten noch kein Keimabtötungsvermögen, 1 : 750 dagegen war nach 4 Minuten Einwirkungszeit wirksam und 1 : 500 schon nach 2 Minuten, 1 : 400 und die noch höheren Konzentrationen ließen auch nach einer Minute kein Wachstum aufkommen. Der Vergleich ergibt, daß Zephirol in niedrigeren Konzentrationen als Zinol auf Bakterium Coli im Suspensionsversuch wirksam ist, letzteres aber bei 1 : 500 nach 2 Minuten Einwirkungszeit schon sicher Keimabtötung bewirkt hat.

Tabelle 2:

Versuche mit hämolytischen Staphylokokken. Suspensionsmethode.

Zinol:

Konzentrationen:	1	2	3	4	5	10	15	Minuten
1 : 1000	—	—	—	—	—	—	—	
1 : 2000	—	—	—	—	—	—	—	
1 : 3000	—	—	—	—	—	—	—	
1 : 4000	+	+	—	—	—	—	—	
1 : 5000	+	+	+	+	+	+	—	
1 : 10000	+	+	+	+	+	+	+	

Zephirol:

Konzentrationen:	1	2	3	4	5	10	15	Minuten
1 : 4000	—	—	—	—	—	—	—	
1 : 5000	+	+	—	—	—	—	—	
1 : 10000	+	+	+	+	+	—	—	
1 : 20000	+	+	+	+	+	+	+	

Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse der Suspensionsmethode mit aufgeschwemmten hämolytischen Staphylokokken, die sich allgemein nicht so resistent verhalten wie Bakterium Coli. So erweist sich hier die Verdünnung von Zinol 1 : 3000 schon nach einer Minute Einwirkungszeit als völlig wirksam, bei 1 : 4000 erfolgt Keimabtötung bereits nach 3 Minuten, bei 1 : 5000 nach 15 Minuten Einwirkungszeit. Gegenüber Staphylokokken hat sich Zephirol nicht in dem Maße dem Zinol überlegen erwiesen wie bei Coli: 1 : 4000 ergab bei Zephirol nach einer Minute noch Keimabtötung bei 1 : 5000 nach 3 Minuten, die Verdünnung 1 : 10000 ist nach 10 Minuten noch wirksam. Vergleichend muß also festgestellt werden, daß Zinol den hämolytischen Staphylokokken gegenüber nur um eine Verdünnungsstufe weniger wirksam ist als Zephirol.

Die beiden bekannten Fehler und Nachteile der Suspensionsmethode, nämlich zu kleine Keimmenge und Mitverimpfung desinfizierender Flüssigkeit, lassen ein weiteres Prüfungsverfahren zur Kontrolle angezeigt erscheinen. Bei der Keimträgermethode werden an der Oberfläche geeigneter Keimträger ziemlich große Keimmengen der Desinfektionswirkung ausgesetzt und das anhaftende Desinfektionsmittel läßt sich durch Auswaschen in z. B. physiologischer Kochsalzlösung soweit beseitigen, daß es die Entwicklung der verimpften Keime im neuen Nährboden nicht mehr hemmt. Ein weiterer Vorteil der Keimträgermethode ist der, daß hierbei den natürlichen Verhältnissen der Desinfektion Rechnung getragen wird, was beim Suspensionsversuch nicht der Fall ist. Denn fast immer haften die abzutötenden Keime an Flächen, also Keimträgern, wie Wäsche, Wänden, Gardinen, Teppichen, Fußböden, Körperteilen, Möbeln und sonstigen Gebrauchsgegenständen. Da hierbei die Abtötungszeit resistenter Keime ermittelt wird und außerdem eine erhebliche Tiefenwirkung vom Desinfektionsmittel verlangt wird, ist mit längeren Keimabtötungszeiten und höheren Konzentrationen von vornherein zu rechnen.

Die Technik, nach der verfahren wurde, ist folgende: Mull- und Leinenläppchen von gleicher Größe von ca. 1 qcm dienten als Keimträger. Sie wurden in einer 24stündigen Bouillonkultur von hämolytischen Staphylokokken eine halbe Stunde gebadet und dadurch intensiv infiziert, sodann in Petrischalen ausgebreitet im Exsiccator über Chlorcalzium völlig ausgetrocknet. Dann wurden wieder die verschiedenen Verdünnungen von Zinol und Zephirol hergestellt und die Läppchen aus dem Desinfektionsbad entnommen und nach Abspülung des anhaftenden Desinfektionsmittels in physiologischer, steriler Kochsalzlösung in sterile Bouillon eingelegt und im Brutschrank bei 36 Grad C für 48 Stunden gebrütet. Trübung der Bouillon erlaubte den sicheren Schluß auf Wachstum, klare Bouillon bedeutete dagegen Abtötung. Selbstverständlich wurden auch hier die notwendigen Kontrollen vorgenommen: mikroskopische Untersuchung und Nachkultur, Prüfung der Virulenz, Sterilität usw.

In Tabelle III und IV sind nun die Resultate der verschiedenen Keimträgerversuche zusammengestellt.

Bei Leinen-Läppchen ist bis zur Verdünnung von 1 : 4000 weder Zinol noch bei Zephirol Wachstum aufgetreten. Zinol vermochte in der Konzentration von 1 : 500 erst nach 5 Minuten Einwirkungszeit abzutöten, während Zephirol hier nach 2 Minuten noch sicher wirkt. Bei 1 : 750 zeigt Zephirol schwaches Wachstum nach 2 Minuten, Zinol dagegen auch noch nach 5 Minuten deutliches Wachstum. Bei 1 : 1000 vermochte Zinol auch nach 15 Minuten nicht mehr abzutöten, während Zephirol in dieser Verdünnung nach 10 Minuten, bei 1 : 2000 nach 15 Minuten Einwirkungszeit noch kein Wachstum aufkommen läßt und erst bei 1 : 3000 auch nach 15 Minuten sich als unwirksam erweist.

Mull-Läppchen setzen dem Desinfizienz einen weit geringeren Gewebswiderstand entgegen als Leinen. Somit liegen natürlich die wirksamen Konzentrationen erheblich niedriger: bis 1 : 2000 wirken Zinol und Zephirol gleich stark. Bei 1 : 3000 liegt nach 2 Minuten bei Zinol schwaches Wachstum vor, dagegen ist Zephirol noch negativ. Zinol 1 : 4000 kann nach 10 Minuten Einwirkung noch vollkommen desinfizieren und stimmt hierin mit Zephirol überein. Bei 1 : 5000 kann Zinol nicht mehr abtöten, Zephirol ist aber nach 15 Minuten noch wirksam, wird aber auch nach dieser Zeit bei der nächst höheren Konzentration (1 : 10000) unwirksam.

Auch aus diesen Keimträgerversuchen mit hämolytischen Staphylokokken ist zu entnehmen, daß Zinol eine ausgezeichnete Desinfektionskraft und insbesondere gute Tiefenwirkung besitzt und gegenüber Zephirol nur um eine Verdünnungsstufe weniger wirksam ist. Wie zu erwarten war, mußten größere Konzentrationen und längere Einwirkungszeiten genommen werden als bei den Suspensionsversuchen, und zwar für Leinen wieder höhere Konzentrationen als für Mull, da hier eine stärkere Tiefenwirkung durch den größeren Gewebswiderstand erforderlich war.

Tabelle 3:

Versuche mit hämolytischen Staphylokokken. Keimträgermethode.

Zinol: Leinenläppchen.

Konzentrationen:	2	5	10	15	Minuten
1 : 100	—	—	—	—	
1 : 200	—	—	—	—	
1 : 300	—	—	—	—	
1 : 400	—	—	—	—	
1 : 500	+	—	—	—	
1 : 750	+	+	—	—	
1 : 1000	+	+	+	+	
1 : 2000	+	+	+	+	

Zephirol: Leinenläppchen.

Konzentrationen:	2	5	10	15	Minuten
1 : 500	—	—	—	—	
1 : 750	±	—	—	—	
1 : 1000	+	+	—	—	
1 : 2000	+	+	+	—	
1 : 3000	+	+	+	+	

Tabelle 4:

Versuche mit hämolytischen Staphylokokken. Keimträgermethode.

Zinol: Mull-Läppchen.

Konzentrationen:	2	5	10	15	Minuten
1 : 1000	—	—	—	—	
1 : 2000	—	—	—	—	
1 : 3000	±	—	—	—	
1 : 4000	+	+	—	—	
1 : 5000	+	+	+	+	
1 : 10000	+	+	+	+	

Zephirol: Mull-Läppchen.

Konzentrationen:	2	5	10	15	Minuten
1 : 3000	—	—	—	—	
1 : 4000	+	±	—	—	
1 : 5000	+	+	+	—	
1 : 10000	+	+	+	+	

2. Prüfung der Anwendbarkeit und Beschaffenheit.

Nach Angaben der Firma ist Zinol in chemischer Hinsicht die wässerige Lösung eines Gemisches hochmolekularer Alkyl-dimethyl-benzyl-ammonium-chloride, die beim Schütteln stark schäumt und gegen Lackmus schwach alkalisch reagiert.

Die Anwendbarkeit ist die denkbar einfachste: von der Firma in Glasballons von 5, 10, 25 und 50 kg versandt, braucht es nur in entsprechende Verhältnisse verdünnt zu werden. Es ist in Wasser in jedem Verhältnis mischbar und daher überall schnell die gebrauchsfertige Lösung herzustellen.

Einen großen Vorzug würde die Herstellung des Präparates in Tabletten oder irgend einer anderen festen Form bedeuten, da hierdurch das Mitführen bei Transporten, Märschen, Expeditionen usw. erleichtert würde, während die Glasballons in solchen Fällen einige Schwierigkeiten bereiten dürften. Insbesondere könnte dadurch der Wehrmacht sowohl im Frieden als auch hauptsächlich im Kriegsfalle ein ausgezeichnetes und sehr gut transportables Desinfizienz in die Hand gegeben werden, das es ermöglicht, auf das

Sublimat und die Kresolseifenlösung zu verzichten, die auch hier infolge von Mangel an Besserem immer wieder Verwendung finden müssen.

Um die Verhältnisse der Praxis bei der Frage der Anwendbarkeit zu berücksichtigen, wurden Versuche mit Leitungswässern gemacht, deren chemische Analyse bekannt war. Die wichtigsten Werte der Analysen seien in Milligramm im Liter kurz angegeben:

1. Aqua dest.
2. Hoher Eisengehalt: Fe: 18,56; Ca: 152,8; Cl: 56,10; $KMnO_4$-Verbrauch: 10,52. Gesamthärte: 18,86.
3. Wasser aus Köln: Fe: 0,1; Ca: 88,0; Cl: 25,0; $KMnO_4$-Verbrauch: 0,948. Gesamthärte: 12,95.
4. Hoher $KMnO_4$-Verbrauch. Fe: 0,28; Ca: 251,9; Cl: 73,63; $KMnO_4$-Verbrauch: 20,72. Gesamthärte: 25,38.
5. Große Härte: Fe: 2,4; Ca: 340; Cl: 150,76; $KMnO_4$-Verbrauch: 12,95. Gesamthärte: 34,97.
6. Hoher Chlorgehalt: Fe: 2,4; Ca: 340, Cl: 150,76; $KMnO_4$-Verbrauch: 12,95. Gesamthärte: 34,97.

Es wurden mit diesen Wässern Zinollösungen von der Konzentration 1 : 4000 hergestellt und nach der Suspensionsmethode in mehreren Kontrollen die Desinfektionskraft geprüft. Die Ergebnisse sind in Tabelle 5 zusammengestellt. Daraus geht hervor, daß bei einer Konzentration von 1 : 400 nach 7,5 Minuten Einwirkungszeit Zinol bei jedem Leitungswasser Abtötung verursacht hat, bei dem Wasser mit hohem $KMnO_4$-Verbrauch nach 4 Minuten, bei dem Kölner Wasser nach 3 Minuten, und bei dem Wasser mit hohem Eisengehalt war wie bei Aqua dest. schon nach einer Minute Abtötung erreicht. Die Folgerung hieraus ist, daß die Wirksamkeit des Zinols durch die verschiedenartige Zusammensetzung des Leitungswassers zwar herabgesetzt wird, daß aber eine Einwirkungszeit von 7,5 Minuten der Konzentration 1 : 400 bei jedem Wasser völlig genügt, um restlose Desinfektion zu erreichen. Bei niedrigeren Verdünnungen ist natürlich die Wirksamkeit noch sicherer und nach noch kürzerer Einwirkungszeit zu erwarten.

Tabelle 5:

Zinol in seiner Wirksamkeit gegenüber Bakterium Coli bei verschiedenen Wassern und gleichbleibender Konzentration von 1 : 400.

Wasser:	1	2	3	4	5	7,5	10	Minuten
1. Aqua dest.	—	—	—	—	—	—	—	
2. mit hohem Eisen-Gehalt	—	—	—	—	—	—	—	
3. Kölner Wasser	+	+	—	—	—	—	—	
4. mit hohem Kali-perm.-Verbrauch	+	+	+	—	—	—	—	
5. von großer Härte	+	+	+	+	+	—	—	
6. mit hohem Chlorgehalt	+	+	+	+	+	—	—	

3. Prüfung der Schädlichkeit.

Zinol wurde in seinem Verhalten auf die Haut der Hände eingehend geprüft und eine ausgezeichnete Verträglichkeit festgestellt. 12 Personen wuschen sich 14 Tage lang zwei- bis dreimal täglich je 5 Minuten die Hände in der Lösung 1 : 100. Bei keiner traten Ekzeme oder Hautaffektionen auf, bestehende geringe Verwundungen (Schnittwunde), Rhagaden usw. wurden eher günstig als nachteilig beeinflußt. Bei zwei Fällen aufgetretene geringfügige kleienförmige Schuppung der Haut, führe ich auf das außergewöhnlich lange und intensive Waschen, auf das besonderer Wert gelegt wurde, zurück. Bei einigen der Versuchspersonen stellte ich etwas rauhe Haut fest, bei anderen dagegen eine außerordentliche Weichheit und Geschmeidigkeit. Eine weitere Versuchsperson mit ausgesprochener Neigung zu Ekzemen bekam allerdings auch nach Zinol ein Ekzem der Hände. Ich selbst dagegen wusch mir über 3 Wochen täglich mehrmals die Hände mit der Lösung, ohne eine nachteilige Wirkung feststellen zu können.

4. Prüfung der Schädlichkeit auf Instrumente, Stoffe usw.

Ein Desinfizienz soll die damit behandelten Gegenstände nicht schädigen. Um Zinol auf diese Eigenschaft zu prüfen, wurden verschiedene Versuche mit den in Frage kommenden Gegenständen gemacht. Instrumente (Schere und Messer) wurden in Zinol eingelegt und zeigten nach 24 Stunden bereits an den Korrosionsstellen Rostbildung. Eine ausgezeichnete Wirkung übt hier der von der Firma empfohlene Zusatz von Natriumnitrit aus: nach 14 Tagen war noch keine Rostbildung an den Korrosionsstellen vorhanden! Ein anderes Messer, das 24 Stunden in reiner Zinol-Lösung 1 : 100 lag und Rost angesetzt hatte, wurde in die mit Natriumnitrit versetzte Zinol-Lösung 1 : 100 übergelegt. Dabei stellte sich heraus, daß die vorhandenen Rostansätze während 4 Tagen sich nicht im mindesten vergrößerten, während das Vergleichsinstrument in reiner Zinollösung 1 : 100 blieb und während der 4 Tage erhebliche zusätzliche Rostbildung aufwies. —

Klosettanlagen, Badewannen, Ausgüsse und Waschbecken wurden mit Zinol gereinigt, ohne daß eine Schädigung der betreffenden Einrichtungen in irgendeiner Hinsicht auftrat. Fußböden, und zwar Dielen wie Parkett, Steinfließen und Linoleum wurden gut gereinigt, zeigten aber keinerlei Schädigungen. — Mit Oelfarben bestrichene Wände, Türen und Fenster nahmen beim Abwaschen mit Zinol 1 : 100 keinerlei Schaden. Auch häufiges Abwaschen von Linoleum und Wachstuch machte sich nicht nachteilig bemerkbar. Gummi der verschiedensten Arten (Handschuhe, Schläuche, Abdichtungsgummi für Gasschutzkeller) sowie Linoleum wurden über 48 Stunden unbeschadet in die Lösung 1 : 100 eingelegt, zeigten danach weder Brüchigkeit noch Verlust der Elastizität. — Eine ganze Anzahl von

Stoffproben (Wäsche-, Kleider- und Anzugstoffe) wurden in der Lösung 1 : 100 ausgiebig gewaschen und 24 Stunden darin belassen. Sie zeigten bezüglich der Farbe und Stoffbeschaffenheit nach Ausspülen in Wasser und Trocknen keine merkbaren Veränderungen.

5. Prüfung der konstanten und haltbaren Zusammensetzung.

Während der Beobachtungszeit von 4 Wochen zeigte weder die unverdünnte noch die hergestellten gebrauchsfertigen Konzentrationen von 1 : 100, die allerdings jeweils nach 8 Tagen erneuert wurden, mit oder ohne Natrium-Nitrit-Zusatz irgendwelche Aenderungen bezüglich der Farbe, des Geruches, der Wirksamkeit. Es wurde auch bei den Versuchen nicht immer nur aus einer Abfüllung Zinol entnommen, sondern immer die verschiedenen zur Verfügung stehenden Flaschen gewechselt, und stets wurden bei den Kontrollen dieselben Resultate erzielt. Die über 24 Stunden und mehr der Luft- und Lichteinwirkung ausgesetzten verdünnten und unverdünnten Zinollösungen zeigten ebenfalls keinerlei Veränderungen und erwiesen sich als unvermindert wirksam.

Die Firma weist darauf hin, daß sich in der Kälte eventuell irgendwelche Ausscheidungen zeigen könnten, die ich allerdings nicht beobachtete, die dann durch leichtes Erwärmen ohne weiteres wieder in Lösung gebracht werden könnten, ohne die Wirksamkeit herabzumindern.

6. Prüfung der reinigenden Wirkung.

Wenn von einem Grobdesinfizienz neben der keimabtötenden Wirkung auch noch eine reinigende Wirkung verlangt wird, so ist das eine Forderung der Praxis, die einmal ihren Grund in möglichster Einfachheit und zum anderen in der Kostenfrage hat. Erst desinfizieren und dann reinigen, oder umgekehrt, bedeutet einen unliebsamen Kostenmehraufwand und nimmt doppelte Zeit in Anspruch.

An verschmutzten Steinfußböden, Dielen und Parkettfußböden und waschbaren Wandanstrichen, verschmutzten Schemeln und Badeabtritten wurden Wisch- und Scheuerversuche mit Zinol 1 : 100 vorgenommen. Es zeigte sich ein gutes Schmutzauflösungs- und Reinigungsvermögen, das durch die mechanischen Methoden (Bürsten und Scheuern) noch wesentlich erhöht wurde. An Badewannen, Ausgüssen, Eimern und verschiedenen Steingutgegenständen wurden die fettigen Verunreinigungen bei einfachem Wischen mit Scheuertüchern leicht entfernt.

Von der Firma wird zur Erhöhung der Wirkung ein Zusatz von 1 % Soda oder sonstigen, nicht seifenhaltigen Waschmitteln empfohlen, was aber nicht unbedingt erforderlich ist, wenn die mechanischen Reinigungsmomente genügend berücksichtigt werden.

Die I.G. weist ferner darauf hin, daß eine Kombination mit Seifen oder seifenhaltigen Reinigungsmitteln vermieden werden muß, da dadurch die hohe desinfektorische Kraft des Zinol wesentlich beeinträchtigt werde.

7. Geruch und Farbe.

Zinol riecht, ob verdünnt oder unverdünnt, angenehm und erfrischend nach Fichtennadel-Extrakt. Der Geruch teilt sich der Umgebung nur mit, wenn mit der Substanz gearbeitet wird und verschwindet dann nach etwa $^1/_2$—1 Stunde wieder restlos. Dies ist gegenüber den meisten bisherigen Präparaten ein ganz bedeutender Vorteil. Auch wenn die Hände lang und in ganz schwachen Verdünnungen gewaschen wurden, haftete der Geruch nicht länger an.

Unverdünnt ist es von klarer, nichtfärbender roter Farbe, bei Verdünnungen von 1 : 100 bis 1 : 300 hat es noch einen schwach gelblichen aber klaren Farbton, wird aber in weiteren Verdünnungen völlig farblos und klar. Sowohl mit destilliertem als auch mit Leitungswasser wurden nie Trübungen oder Ausfällungen beobachtet.

Bis zur Konzentration von 1 : 300 besteht eine sehr gute Schaumbildung, die natürlich bei noch größeren Verdünnungen nachläßt.

8. Wirtschaftlichkeit.

Da einmal der Preis gegenüber den bisher im Handel befindlichen Präparaten erheblich niedriger liegt, außerdem eine Verdünnung von 1 : 100 bis 1 : 200 für die Praxis als völlig ausreichend zu betrachten ist, ist das Mittel als äußerst wirtschaftlich im Gebrauch zu bezeichnen.

Zusammenfassung.

Zinol ist ein neues Desinfektionsmittel der I.G., das chemisch in die Klasse der Gemische hochmolekularer Alkyl-dimethyl-benzylammoniumchloride einzureihen ist, die seit einigen Jahren für die Desinfektionspraxis erschlossen worden sind.

Im Suspensions- und Keimträgerversuch wurde die keimtötende Kraft gegenüber Bakterium Coli und hämolytischen Staphylokokken geprüft. Nach der ersteren Methode erweist sich Zinol gegen Coli in der Verdünnung 1 : 500 nach 2 Minuten Einwirkungszeit als keimabtötend, gegen hämolytische Staphylokokken in der Verdünnung von 1 : 4000 nach 3 Minuten. Im Keimträgerversuch mit hämolytischen Staphylokokken erweist sich Zinol bei Leinenläppchen in der Konzentration 1 : 500 nach 5 Minuten, bei Mull-Läppchen in der

Konzentration 1 : 3000 nach 5 Minuten als wirksam. Die Werte des Vergleichsobjektes Zephirol liegen demgegenüber durchweg etwas höher.

Bei diesem sehr guten Keimabtötungsvermögen wird bei Verdünnungen von 1 : 100 keinerlei Schädigung der Haut verursacht, werden Instrumente nach Zusatz von Natriumnitrit nach 14tägiger Lagerung in der Lösung nicht angegriffen, die sonstigen Gegenstände der Desinfektionspraxis unbeschadet damit behandelt. Es wurde das Mittel in seiner Zusammensetzung als konstant, bezüglich Farbe und Geruch als angenehm in der Anwendung befunden. Es besitzt das Zinol eine gute reinigende Wirkung und ist im Gebrauch äußerst wirtschaftlich.

Somit erfüllt Zinol alle die Forderungen, die an ein gutes Desinfektionsmittel gestellt werden müssen; besonders geeignet ist es aber für die Grobdesinfektion, für die es von der Firma hauptsächlich bestimmt ist und kann als solches in jeder Hinsicht mehr empfohlen werden, als die bisher üblichen Präparate.

Am Schlusse danke ich auch von dieser Stelle Herrn Professor Dr. K. W. Jötten verbindlichst für die Ueberlassung des Themas und besonders Herrn Dozent Dr. med. habil. H. Reploh für seine mannigfaltigen Anregungen und Ratschläge während der Fertigstellung der Arbeit.

Literaturverzeichnis.

Bisping: Desinfektionsversuche mit Zephirol, Inaug.-Dissert. Münster 1935.

Chopin und Tamman: Zeitschrift für Hyg. und Inf. 1903, S. 45, 171.

Domagk: Eine neue Klasse von Desinfektionsmitteln, Deutsche Med. Wochenschrift, 1935, Nr. 21.

Ficker: Zeitschrift für Hygiene und Infektion 1898, Bd. 29, S. 52.

Gotschlich: Allgemeine Prophylaxe der Infektionskrankheiten, Handbuch der Hygiene, Verl. v. S. Hirzel, 1913, Bd. III, S. 318, 319.

Grassberger: Die Desinfektion, Handbuch der Hygiene, Verl. v. S. Hirzel, 1917, Bd. III, S. 379—381.

Greimer-Michael: Handbuch des praktischen Desinfektors, Verl. v. Theodor Steinkopff, 1937, S. 53—60.

Grüter: Inaug.-Dissert. Münster 1933, Desinfektionsversuche mit einem neuen Quecksilberpräparat „Cialit".

Habs: Die Ursachen der Gasbrandinfektion nach Injektion und ihre Verhütung, Münch. Med. Wochenschr. 1938, Nr. 4.

Hailer: Die Desinfektion, Weyls Handbuch der Hygiene, Verl. v. Joh. Amb. Barth, 1922, Bd. VIII, S. 828, 868, 1022, 1040, 1070, 1185.

Hartmann: Untersuchungen über die Desinfektion mit Zephirol, Inaug.-Dissert. Münster, 1936.

Hüer: Das Sagrotan als Instrumentendesinfizienz, in Desinfektion, 1923, April-Heft, S. 49, 52.

Jötten: Zephirol zur Händedesinfektion, Med. Welt, 1936, Nr. 40.

Kau: Versuche mit einem neuen Grobdesinfizienz: Bepholseifenlösung, Inaug.-Dissert. Münster 1937.

Kemner: Experimentelle Untersuchungen über ein neues Desinfektionsmittel A., Inaug.-Dissert. Münster 1936.

Krause: Centralblatt für Bakteriologie, I. Abteilung 1902, S. 31, 677.

Wanke und Heim, von Habs angeführt.

Wetzel: Händedesinfektionsversuche mit Zephirol, Archiv für Hygiene, 1935, Bd. 114, S. 5—8.

Lebenslauf.

Als Sohn des Gewerbeoberlehrers Paul Böhning und seiner Ehefrau Marie, geb. Schramm wurde ich am 16. Januar 1911 in Eisenach geboren. Nach vierjähriger Volksschulzeit besuchte ich das Reformrealgymnasium zu Eisenach und legte daselbst zu Ostern 1931 die Reifeprüfung ab. Anschließend widmete ich mich dem Studium der Medizin und besuchte die Universitäten München, Frankfurt, Würzburg und Berlin. Der Prüfung zum medizinischen Vorexamen unterzog ich mich in Frankfurt im Herbst 1933, das medizinische Staatsexamen bestand ich an der Universität Berlin am 26. Oktober 1936. Die Bestallung als Arzt wurde mir nach Ableistung des praktischen Jahres am Standortlazarett Breslau am 26. Oktober 1937 erteilt.

Am 1. November 1934 trat ich als Sanitätsoffiziersanwärter in Würzburg in die Wehrmacht ein, wurde für den Rest des Studiums zur militärärztlichen Akademie nach Berlin versetzt, nach Beendigung des Staatsexamens zum Standortlazarett Breslau kommandiert. Seit dem 1. November 1937 bin ich als Assistenzarzt in der Luftkreissanitätsabteilung 4, auf dem Fliegerhorst Handorf bei Münster in Westfalen tätig.